多源 BIM 信息融合技术

刘文锋[1] 葛 亿[1] 周 正[1] 张树坤[2]

(1. 青岛理工大学土木工程学院,青岛 266033, 2. 展视网(北京)科技有限公司,北京 100085)

【摘 要】BIM 的超大体量建模、多源信息融合、深度绿色设计是建筑信息模型的前沿性技术。本文提出了轻量化建模、参数化建模、适度建模、分层分块建模,整体合模的 BIM 建模方案; 多语言混合编程,Qt 架构开发 BIM + VR 虚拟现实设计平台; 打通了 BIM 与 VR、3D 打印和三维漫游的数据接口; 深度实施了基于 BIM 的性能分析与模拟。通过超大体量 BIM 建模、多源 BIM 信息融合、性能分析与模拟三个方面的 BIM 前沿研究和实践,快速展示设计内容,正确表达设计意图,优化完善设计方案,辅助业主项目决策,助推绿空之城"绿色、生态、节地、智慧、宜居"设计目标的实现。

【关键词】BIM 建模; 信息融合; VR 平台; 3D 打印; 性能分析与模拟
【中图分类号】TU17 【文献标识码】A 【文章编号】1674 - 7461(2017)05 - 0023 - 06
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11 - 5823/tu.2017.05.04

1 工程概况

1.1 项目简介

绿空之城采用立体建造方法,主体建筑巨柱支撑各楼层板,各楼层板上建造别墅和建筑,形成别墅 + 商业 + 娱乐的空间立体化建筑群,设计为七层,二层距离地面 13m,二到六层层高均为 30m,顶层为开放式屋顶,设置"空中花园"。建筑总高 163m。南北向跨度为 450m,东西向跨度为 270m。占地面积为 121 500m^2,各种别墅及单体建筑总面积为 97 800m^2,如图 1 所示。



图 1 效果图

内部建筑共计 246 栋,其中有 7 种不同种类的别墅 242 栋, 1 栋商业餐饮楼、1 栋健身娱乐楼、1 栋幼儿与儿童乐园楼、1 栋老年安居楼。底层设置 2 层立体停车场,最大停车数目可达 3 392 辆,是一座以居住为核心的多功能立体建筑群,内部场景如图 2 所示。

1.2 工程特点和难点

以 450m(南北向跨度) ×270m(东西向跨度)为设计单元,是普通别墅的 2 700 倍,是一般高层建筑的 100 多倍,属地块级体量,项目复杂程度高、工作量巨大、结构体系创新要求高、设计施工运维协同难度大。"生态、节地、节能、宜居"的设计理念,需深度实施基于 BIM 的性能模拟和分析,需深化项目的绿色设计。项目建筑构思独特,设计理念前卫,建筑功能要求复杂,建筑形式表达创新性强,概念设计阶段对项目方案的体验要求高,需虚实体验、虚拟体现、可视化漫游体验,基于 BIM 的 3D 打印、VR 虚拟现实、可视化漫游等,挑战性和探索性强。

【基金项目】 山东省本科高校教学改革重点项目(项目编号:Z2016Z012)
【作者简介】 刘文锋(1966 -),男,博士,教授,中国图学学会建筑信息模型专业委员会委员、中国土木工程学会计算机应用分会理事。主要研究方向:工程抗震与安全、工程信息化与法制化。



图 2　内部场景

软件	功能	软件	功能
Autodesk Revit 2016	Revit architecture、Revit structure、Revit MEP，建筑、结构、设备的三维软件操作平台	Autodesk Navisworks Manage 2016	可视化和仿真，支持项目相关方整合、分享和审阅详细的三维设计模型，碰撞检查、动态的四维项目进度仿真等
BIM-VR 虚拟现实设计平台	基于Unity3D的自主开发虚拟现实设计平台，可与BIM无缝交互	Autodesk 3DMax 2014 MAX	三维建模、渲染、动画制作软件
Vray v·ray	与3DS max配套，功能强大的渲染器插件	Autodesk CAD 2014	3D打印建模，快速输出STL
Cura	3D打印模型切片，导成Gcode打印机轴坐标	Autodesk Ecotect	建筑能耗分析、热工性能、日照分析、阴影分析
Smart+ 设计平台 Smart+	漫游制作平台		

图 3　软件及功能

2　BIM 组织与应用环境

2.1　BIM 应用目标

（1）超大体量 BIM 建模：针对超大体量特大跨度的单体建筑，BIM 实施建筑几何、物理、性能、过程信息模型的架构、共享、传递、流动、完善[1-2]；

（2）多源 BIM 信息融合：采用 Unity3D 开发环境，开发 BIM - + VR 虚拟现实设计平台，打通了 BIM 与 VR 的数据接口。基于 BIM 模型，实施可视化漫游、3D 打印方案模型、VR 虚拟现实与优化设计[3-5]；

（3）性能分析与模拟：解决超大体量建筑内部采光、日照、风环境等难以满足规范要求的设计瓶颈问题[6]。

2.2　实施方案

针对本项目 BIM 应用的特点，实施方案为构想项目创意、申请发明专利；超大体量 BIM 建模；基于 BIM 建设 BIM + VR 虚拟现实设计平台、可视化漫游、3D 打印实体方案模型、VR 虚拟现实；采光、日照、风环境等性能分析与模拟。

2.4　应用措施

项目体量巨大，BIM 建模复杂，信息表征、提取、传递、运行难点多，多源 BIM 信息融合的实施难度大，技术要求高，采取以下 BIM 应用措施予以解决：1）硬件上采用高性能、高配置、大容量、强功能的计算机；2）建模技术上采用轻量化建模、参数化建模、适度建模、分层分块建模，整体合模的 BIM 建模方案；3）基于 IFC 标准、功能插件和转换软件，打通多源 BIM 信息融合接口，研发 BIM + VR 虚拟现实设计平台；4）鉴于立体建造后内部光照是瓶颈问题，采用日照与可视度模拟、采光分析、风环境模拟、热工与辐射分析等 BIM 性能分析与模拟技术，解决项

目的难点和痛点问题。

2.5　软硬件环境

根据项目 BIM 应用的实际需求，配置了软硬件环境，详见图 3、图 4。



图 4　硬件配置

3　BIM 应用

3.1　BIM 建模

项目为超大体量特大跨度的空间立体化的别墅 + 单体的建筑群，模型整体体量大，BIM 模型达 660MB，模型等级 LOD100-LOD200 之间。概念设计阶段采用轻量化建模、参数化建模、适度建模、分层分块建模，整体合模的 BIM 建模方案，完成项目的建筑信息模型，如图 5、图 6 所示。

3.2　BIM +3D 打印

BIM 模型转为 3D 打印 STL 格式，将 STL 文件导入 Cura 3D 软件，进行三维模型“分区”逐层的切片，调节好层高、壁厚、顶层底层厚度、温度、速度等一系列参数，将模型生成 Gcode 数控指令，导入 3D 打印机，3D 打印机读取切片横截面信息并逐层打印，组装部件完成 3D 打印模型，见图 7 所示。

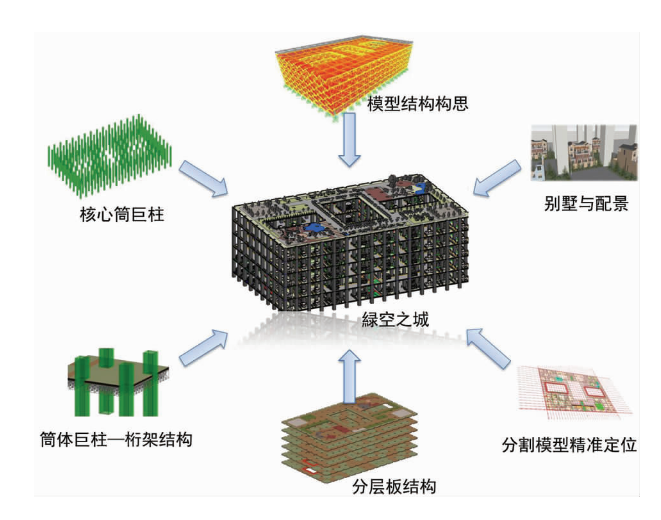


图 5　模型创建方案

3.3　BIM + 可视化漫游

基于 BIM 模型，创建 Sketch Up 模型，导入 Smart + 设计平台，通过材质、配景、天空、光影等编辑，完成镜头、场景设置，制作可视化漫游，如图 8 所示。

3.4　BIM + VR 虚拟现实

采用 C、C + 、Delphi、PHP 多种语言，Qt 架构基于互联网的多语言混合虚拟现实技术，基于 Unity 3D 开发环境，开发 BIM + VR 虚拟现实设计平台，打通了 BIM 与 VR 的数据接口。从 BIM 模型中导出 FBX 格式的交互文件，Unity 导入 FBX 文件，在 BIM + VR 虚拟现实设计平台上，一键导入 Revit、Bentley、Tekla 等 BIM 模型，基于互联网的多语言混合虚拟现实技术架构如图 9，部分 BIM + VR 部分代码如图 10。

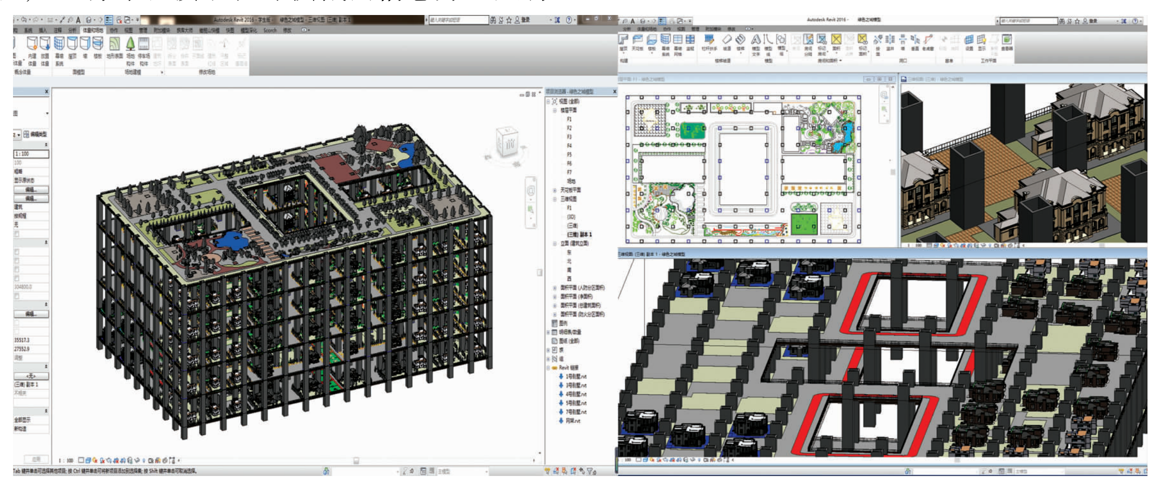


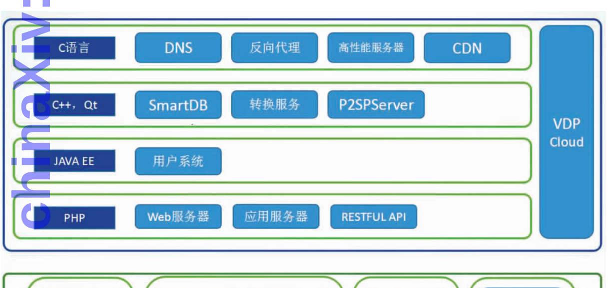
图 6　绿空之城建筑信息（BIM）模型



图 7　3D 打印模型



图 8　可视化漫游



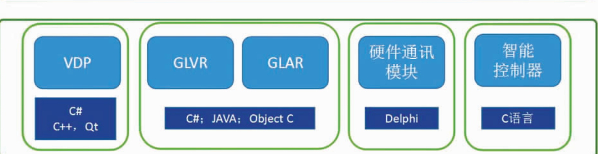


图 9　基于互联网的多语言混合虚拟现实技术架构

```
using UnityEngine;
using System. Collections;
public class ZSWBehaviour:MonoBehaviour,IZSWObject {
#region IZSWObject
public void Dispose( ) {
Destroy( );
}
#endregion IZSWObject
public virtual void SetParent( Transform value) {
transform. parent = value;
}
public virtual Transform Parent {
get {
return transform. parent;
}
set {
SetParent( value) ;
}
}
public virtual Vector3 Position {
get {
return transform. position;
}
set {
transform. position = value;
}
}
public virtual Vector3 LocalPosition {
get {
return transform. localPosition;
}
set {
transform. localPosition = value;
```

图 10　部分 BIM − + VR 部分代码

在 BIM – VR 虚拟现实设计平台上，赋予模型材质贴图、灯光效果，光、影、电等特效渲染，进行行走范围设计、开关灯设计、开关门窗动作设计、物品拾取设计、移动路径设计等 VR 交互设计，绿空之城 VR 效果如图 11 所示。

3.5　BIM + 性能分析

性能分析采用可视度模拟、光环境分析、日照分析、风环境模拟、热环境分析等，合理确定空间划分、环境关系、立面设计、造型体量、构造材料等，为建筑方案设计的优化提供参考依据，为深度实施绿色分析提供重要依据，如图 12 所示。

4　应用效果

本项目通过超大体量 BIM 建模、多源 BIM 信息融合、性能分析与模拟三个方面的 BIM 研究和实践，快速展示了设计内容，正确表达了设计意图，优化完善了设计方案；研制了 BIM 与 VR 的数据结口技术，实现了建筑信息模型与虚拟现实的对接，开发了 BIM + VR 虚拟现实设计平台；通过 BIM 与 3D 打印、三维漫游、虚拟现实、性能模拟与分析的有机结合，直观呈现和反映了建筑实体效果，辅助了业主的项目决策，助推了绿空之城“绿色、生态、节地、

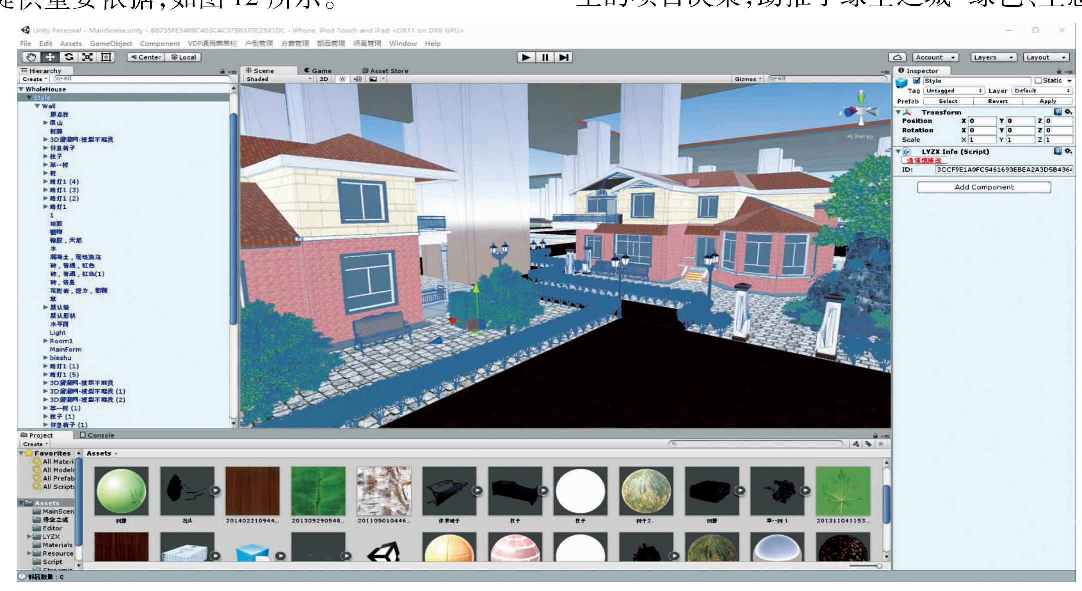


图 11　绿空之城 VR 效果

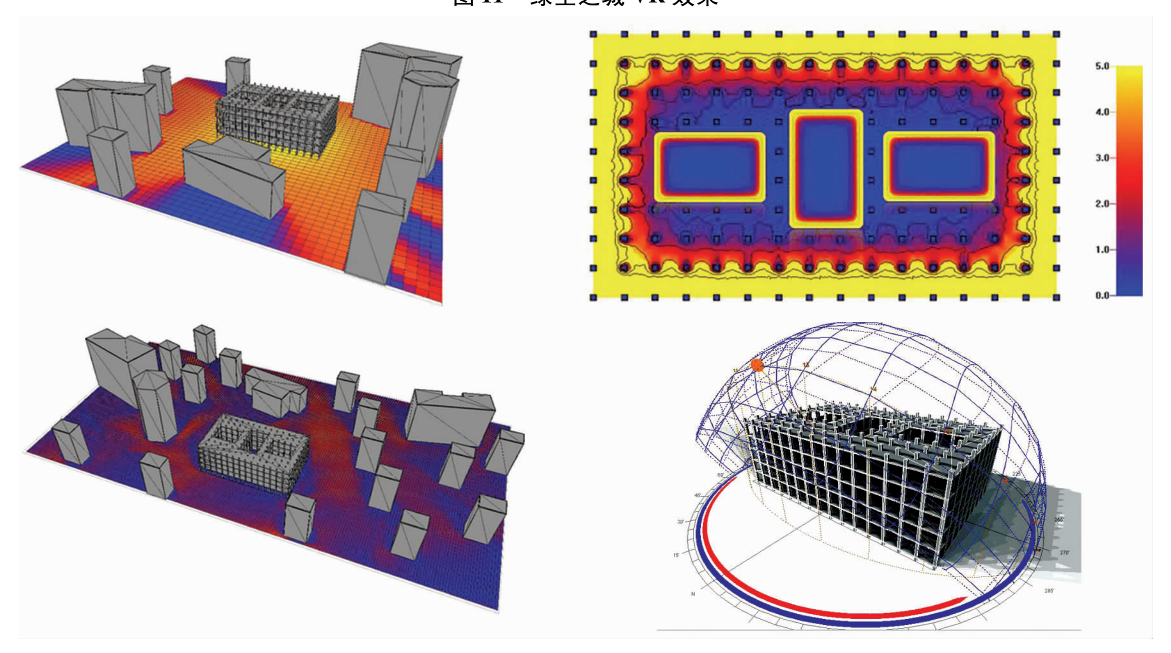


图 12　性能模拟分析

智慧、宜居”的概念设计目标的实现。

5 总结

5.1 创新点

(1)基于单台计算机工作站,对超大体量特大跨度的建筑实施 BIM 建模,BIM 技术实施难度大;采用轻量化建模、参数化建模、适度建模、分层分块建模,整体合模的 BIM 建模方案; BIM 技术前置,在概念设计阶段应用,发挥独特作用,丰富和发展 BIM 正向设计模式。

(2)Qt 架构基于互联网的多语言混合虚拟现实技术,开发 BIM + VR 虚拟现实设计平台,打通了 BIM 与 VR 的数据接口,一键导入 Revit、Bentley、Tekla 等 BIM 模型。

(3)基于 BIM 模型,实施可视化漫游、3D 实体打印、VR 虚拟现实,性能分析助推绿色设计的深度实现。

5.2 经验教训

本项目 BIM 应用取得了一定的成果,在后续过程中还将对以下三方面进行深化研究:

(1)对于超大体量特大跨度的空间立体化的别墅 + 单体建筑群,基于云端进行大体量、复杂环境、全寿命情况下 BIM 建模,信息表征、提取与协同;

(2)基于 IFC 标准,深化多源 BIM 信息融合,BIM 与物联网技术、云技术、建筑智能化技术等的融合还任重道远;

(3)继续完善自主开发 BIM – + VR 虚拟现实设计平台的功能配置,在实际工程实践中不断优化,使平台更加稳定成熟。

参考文献

[1] 杨远丰, 许志坚,饶嘉谊,等. 广州白云机场二号航站楼及配套设施项目 BIM 应用技术重点[J]. 土木建筑工程信息技术,2017, 9(2): 1-7.
[2] 杨震卿, 张莉莉,张晓玲,等. BIM 技术在超高层建筑工程深化设计中的应用[J]. 建筑技术,2014, 45(2): 115-118.
[3] 季安康, 王海飙. 基于 BIM 的 3D 打印技术在建筑行业的应用研究[J]. 科技管理研究,2016, 36(24): 184-188.
[4] 丁烈云, 徐捷,覃亚伟. 建筑 3D 打印数字建造技术研究应用综述[J]. 土木工程与管理学报,2015(3): 1-10.
[5] 王施施. BIM 建筑模型在 VR 系统中数据转换研究探讨[J]. 价值工程,2016, 35(14): 211-213.
[6] 刘蕾, 鞠明,周文勇,等. 基于 BIM 技术的绿色工程解决方案研究[J]. 科技进步与对策,2017, 34(9): 114-119.

Multi-source BIM Information Fusion Technology

Liu Wenfeng[1], Ge Yi[1], Zhou Zheng[1], Zhang Shukun[2]

(1. *School of Civil Engineering, Qingdao University of Technology, Qingdao* 266033, *China*;
2. *Zhanshiwang (Beijing) Technology Co., Ltd., Beijing* 100085, *China*)

Abstract: The large volume modeling, multi-source information fusion and deep green design are all the frontier technologies of BIM. This paper proposes a whole modular BIM modeling method including lightweight modeling, parametric modeling, moderate modeling and hierarchical block modeling. A BIM + VR design platform was built using Qt frame based on multi-language programming. The data interface is opened and connected between the BIM technology and other technologies, i. e. VR, 3D printing and 3D roaming. The BIM-based performance analysis and simulation is implemented in depth. All the frontier BIM researches and practices on large volume modeling, multi-source information fusion, and performance analysis and simulation, realize the fast exhibition of design content, exact expressions of design intention, optimization and completion of design scheme, and assistance of owner's project decision making, which assists in achieving the design goals of a "Green, Eco-friendly, Land – Saving, Intelligent & Livable" city.

Key Words: BIM Modeling; Information Fusion; VR Platform; 3D Printing; Performance Analysis and Simulation